随　筆

技術功労賞受賞について*

木原和幸**

* 平成 23 年 6 月 3 日原稿受付
** 〒327-0811 栃木県佐野市関川町 859-4

１．はじめに

昨年は学会創立 40 周年記念ということでスタートしたフェロー会員に任命され，今年はまったく考えてもいなかった技術功労賞を受賞と，非常に名誉なことと考える．学会への参加は単なる代理として参加したのが最初であったが，水が合うのか，それから約 20 年間参加している．いくつかの研究委員会への参加，企画委員，基盤強化委員などを務めた．また，油空圧に関わる専門誌の編集委員も務めたこともあり，技術紹介記事 [1)~32)] を書くこともできたが，2010 年末に辞した．その分，負担が減ったこともあり，2011 年度からは学会の編集委員会へ参加を申し入れ，快く了解された．今後とも学会での活動は継続予定である．余談ではあるが昨年度の技術功労賞を受賞された三森滋美氏は神戸大学工学部計測工学科 1 期生であり，筆者は 13 期生の一回り下である．神戸大学出身の本学会員は少ない中で連続して技術功労賞の受賞は奇遇と思う．

ところで，今回の受賞は主に前述している学会活動などに対するものとのことである．昨年まで基盤強化委員を務めていたため，若手の学会員を増やすことがもっとも重要という認識がある．本稿では若手技術者，研究者への呼び掛けを以下に述べたい．「技術の挑戦者・・・次代を担う技術者へ」という本が 2009 年 5 月に発刊されている．これは「技術と人」とのあるべき姿を，次代を担う技術者の方々に伝えて行きたいとの趣旨で第 5 集として発行（第 4 集は 1976 年）したものとのこと．各界のトップエンジニアが協力（39 名）と紹介されている．ここにベテランエンジニアとして執筆した内容の草稿段階のものを紹介する．発刊された書籍の内容は文字数が限定されていたが，本稿では圧縮前の全文を以下に示す．

２．技術の挑戦者－次代を担う技術者・研究者へ

何らかの新しい取り組みを行い，新規の製品などを開発するということはどのようなレベルであれ，大きなチャレンジと考える．ここに筆者の限られた取り組みではあるが，一例として紹介したい．まず，多様な分野で多様な技術者・研究者が当然いる．経験の少ない若手技術者・研究者と経験豊富な技術者・研究者は大きな違いがある．しかしながら，いかに経験を積んだ技術者・研究者であろうとも，よくわからないということは多々ある．基礎知識の不足もある．実務を知らないということもある．製品はアイデアのみで作れば良いというものではない．ここで紹介する技術者・研究者はアイデアと図面化と試作品と量産品と使用する機械への適用，メンテナンスということを含めた多様なレベルへの対応者である．油圧機器の開発へ取り組んだ一例を以下に示す．

２．１　油圧機器（比例弁）開発への取り組みから

油圧システムで比例電磁式制御弁（以下，比例弁と略す）を使用し，圧力，流量などの遠隔制御を行うことは，コンピュータ制御を行う自動機械において不可欠のものである．この比例弁が機械装置に使用され始めた初期の機器開発において，学び，かつ得たことを紹介したい．目的は作りやすく，組み立てやすく，使いやすい，かつ性能に優れたものである．参考となるものがあるとしても，ものづくりがほとんどわかっていない若手技術者の初めての製品開発としては荷が重い課題といえる．材料，加工，組立，検査，機械装置への適用など多くの課題がある．

①手動のハンドル操作で圧力調整を行う機器を電気信号により比例制御をするには電磁アクチュエータが必要である．

②電磁アクチュエータとしては一種の電磁石がよいであろう．この考え方をもとに最終的な形になったものが図 1 に示すものである．
③適切な磁気回路を設計するには磁気回路の計算ができなくてはならない．材料が入手できるかも含め，磁性材料，非磁性材料の知識も必要である．
④磁気回路で定められた力を出すにはエアギャップを適切に調整することが重要である．
⑤ばらつきが少ない電磁石とするには部品を高精度に製作する方法もある．
最初の設計で図面に記載した加工精度は現場の加工者からの難し過ぎるとのお叱りをいただいた．貴重な部品であればいかに加工するかも一つのチャレンジであり，重要なことと現時点では考えるが，そのときは多くの部品の組み合わせでばらつきが大きくなることを考え，組立で何とかしようと考えた．
⑥その方法が各種厚さのスペーサを準備してエアギャップを調整するという方法である．
しかしながら，梃子の原理で動くノズルフラッパ機構であるため，エアギャップを平行にかつ適切なすきまとすることが非常に難しいものであった．すきまゲージですきまをほとんど同じように合わせたにもかかわらず，油圧検査スタンドにかけると設定圧力が大きく異なるという結果となることが多々あった．
⑦これを解決したのは，組立においていろいろなアドバイスをいただいていたベテランの組立者 K さんだった．ワンタッチで着脱できるエアー駆動の調整器具を考案し，あらかじめ決めている電流値を印加したときに目標の圧力になるようにエアギャップ調整するという方法だった．この方法があって始めて，商品として安定して流すことができるようになったと今でも思う．

２．２　機械装置への適用から

機械装置への適用においても問題が発生した．圧力振動がでる．ピー音とポー音の中間のような音がでるなどである．必ず発生するのであれば解決しやすいが，ある特定条件でおきるというものがほとんどであり，機械装置の技術者の方と一緒に忍耐強く，原因究明を行っていくという，その場においては非常に苦しいものであった．しかし，そのことで本当に身に付く力になったと思う．原因は，油圧回路中のエアー（気泡）がよく抜けていなかった，あるいは他の機器が原因だったなどもあったが，比例弁固有のものとしてノズルの加工精度が非常に重要であることがわかった．簡単にいうとノズルからの噴流の状態（流れ）が大きく関わっているということである．安定したノズルの形状をどのように作ればよいか，力不足の技術者には重たい課題であった．先輩技術者のアドバイスもいただいたが，本当に助かったのは現場の方達の協力だった．どのように加工すれば良いかということを，生産技術の S さん，加工の A さん，組立の K さん達の協力を得て，最も簡単に，安定してできる加工方法（ノウハウ）を確立することができた．

２．３　制御への取り組みから

機械装置への適用も安定してくると，機械装置の技術者の方から，より精度の高い動きが求められるようになってきた．プラスチック製品を金型内で溶けた状態から固化する間の圧力（保圧工程）のパターンをフィードバック制御したいということであった．大学で自動制御の勉強はしていても実際への適用はどうだろうか．若手技術者にとって，初めてのフィードバック制御である．社内の試験装置では良好な圧力応答の制御はできた．実際の機械装置で行うとどうだろう．パラメータの調整で良い波形が得られた．油温が変わった，圧力波形も変わる．樹脂を加熱しているヒータの温度を変えた，圧力波形も変わる．金型を変えた，圧力波形が変わる．プラスチック材料の種類を変えた，圧力波形が変わる．限られた領域でパラメータ調整するとその制御は非常に良いが，別の領域ではパラメータの調整を変えないと圧力波形が良くならない．マイコンの発達した現在（当時のマイコンは非力であった）であれば，さまざまな制御方式が可能だが，当時はアナログ電子回路の適用である．電気理論ではなく生の電子回路と制御理論の融合をアナログ電子回路で実現しなくてはならない．端的にいえば，オペアンプ回路とトランジスタ回路等を使いこなすということである．自力で解決するしかない．実際に完成したコントローラは機械装置の技術者の方，担当営業マンと徹夜に近い作業も行いながらクリアできたことの反映である．この中で，認識を改めたことがある．空気は圧縮性流体だが油は非圧縮性流体として扱うという概念である．フィードバック制御においては，油は圧縮性流体と考えて制御を考えなくてはならない．さらに，油には空気が 7%～10%溶け込んでいる．この要因が大きい．

２．４　特許への取り組みから

新しいものに取り組むということは，特許が付随してくる．特許の文というものは難解である．査読するのが嫌な技術者は多いと思う．そのため出願が遅れる，していないなどもあると考える．筆者も経験しているが，小さな考案としてもコピーされるとおかしな感じがする．そんなに価値があるのかという誇らしい感覚もあれば，失敗したなあという感覚もある．携わっている技術者はこのようなものは特許のレベルではないと考えているかもしれない．筆者の場合，ベテラン技術者の M さんと一緒に仕事をする機会を得てから，大きく考え方が変わった．製品となり，ほぼ，確実に特許になるものしか出願していなかった．それも基本となるものだけであった．しかしながら，その基本から，こんなこともできるのでは，あるいは，その応用は，現在は不可能でも近い将来実現できるのではなどといった発想を持つ．技術者・研究者として重要なことである．特許出願用の文についてもメモと図があれば，何とかなる（弁理士さんの力による）という考え方が身に付いた．その結果，重要な機器の開発が急務で，よく考え，よくアイデアが思い浮かぶ調子の良い年には年間 10 件を超える特許を出願することも何度かあった．また，慣れるということは大変なもので，あれ程書くのが苦しかった出願の文も比較的短時間でわかりやすい文が作成できるようになった．さらに，特許庁の審査官と話し合う機会（油圧分野としてはいままでにない方向性の特許を出願したため）もあったが，現代文で出願してください．出願の請求項を一つ一つ特許として審査します．という言葉をいただいた．特許に関しては，M さんに今でも感謝している．なお，出願した特許の中で審査請求後に特許登録となったものは 40～50％程度であり，一般的な成立の割合ではないかと考えている．

２．５　マニュアルの作成から

初めて作った製品の組み立て方，検査の方法はどうすれば良いのだろう．経験のない若手技術者には難しいことばかりである．本稿で最初に紹介した製品の場合，組み立て方はベテラン組立者の K さんが考案した．文書化は当面必要ない．ただし，組立担当者は変わることがある．マニュアルは必要である．現場の作業者が文書化することは職務ではない．（作成しても良いと思うが，一般的には苦手）

このとき考えたのは，冊子のようなマニュアルではなく，壁に貼り付けて誰もが見えるようにできる一枚の大きめの紙に図示とコメントの記述であった．若手の技術者は組立者 K さんのノウハウをできる限りわかりやすく記述した．このことは良い経験となり，つぎのステップへと繋がった．検査方法も簡単に決めることはできない．検査する油圧スタンドの特性を熟知していないといけない．検査の係長の G さんは，検査方法は自分が決める．何をしたいかのメモを持ってきなさいとのことであった．実際には一緒に検査するなどの過程を経て安定した検査を行うことができるようになった．また，その方法を検査マニュアルとしてまとめた．何度か作成し，最終的には検査用の参考資料として採用していただいた．多分，危なっかしい技術者への指導の一つと思う．さて，生産の段階でのマニュアルはクリアしたが，商品として販売するには，カタログ（外形寸法図，内部構造図を含む），取扱説明書，サービスマニュアルが必要となる．最初の段階は基本特性を記述した外形寸法図である．比例化を急務としている機械装置メーカ数社へのトライアルである．担当営業の T さん，S さん，I さん達は優秀な営業マンで，若手の技術者よりも機械装置をはるかに知っている．油圧機器がどのように使われているかもよくわかっている．しかしながら，比例弁はベテラン営業マンにとっても新しい領域である．トライアルで顧客から質問がでる．もっと応答波形を良くしたいとの要請がでる．その度に取扱説明書を確認するがよくわからないとのお叱りをいただいた．そのため技術者込みで比例弁の販売をしているような状況となった．なかでもフィードバック制御を行う領域は非常に苦労した．調整マニュアル通りにパラメータ調整しても，圧力波形のオーバーシュート，アンダーシュートがでる．何とかしなさいなどである．これは機械装置によりパラメータの適正値が大きく異なるためであることはわかっていたが，大形の機械から小形の機械までに対応するように広範囲のパラメータ調整を可能にする必要があり，使い勝手よく実現するのは難しい課題であった．このような経験を積み重ねる中で，これらのノウハウを組み入れたコントローラを作り上げることができ，技術者付きでなくてもフィードバック制御のパラメータ調整が行えるようになった．最終的には調整マニュアルは機械装置メーカの検査者が調整することができるレベルに高められた．さらに，市場に多数の製品が出回ると，メンテナンスが必要になる．サービスマンが対応するためには取扱説明書，調整マニュアルなどの他に，分解，点検，再組立などをわかりやすく記述したサ

ービスマニュアルが必要である．この比例弁は応答性が非常に良く，フィードバック制御などに適したものであったが，どうしても避けられない一つの短所があった．それは電磁石としての吸引力を決めるエアギャップがノズルから噴出する油の近傍の油中にあるという点であった．長期に渡る使用でこのエアギャップ間に微細な鉄粉を核としたヘドロ状の油が付着する点である．その結果，所定の圧力にならない，不安定になるなどの現象が発生する．分解し，ヘドロ状の油を取り除くと元の状態に復帰する．簡単に分解でき，再組立もやさしいが，油圧機器の部品としてはかなり小さいものであるため，なくさないように作業する必要がある．場合によってはエアギャップの再調整も必要である．サービスマニュアルにわかりやすく書く必要があった．現在のように三次元 CAD も無い時代だったので，わかりやすい立体図が必要であった．筆者はスケッチが不得手であったが，同じ部署に上手な方も居る．図 1 左側に示すような立体的なスケッチを技術者の Z さんが描いてくれた．

マニュアルは必要なことが確実に記載されている必要があるが，ひと目でわかりやすいこと．写真，スケッチ，図などを多くし，長文をあまり使わないことなど．ただし，個人的な相性もあると考えるが，現在においても，機器を考案し，商品とするよりもマニュアル類，特にサービスマニュアルの作成の方がより難しく思える．

２．６　心に残る言葉から

今でも心に残り，影響を受けていたのかなと思う言葉がある．筆者の学生時代であるが，当時の神戸大学計測工学科の米持教授がいわれた「計測工学は，限られた分野の工学ではなく，全体を把握する総合工学である」ということ．いわれた言葉そのままではないかもしれないが，今も心に残っている．単に，これからはコンピュータのウェイトが大きくなる，ゆえに，ソフトウェアを学ぶ必要がある．そのためソフトウェアが講義の中にある計測工学を単に選択した程度の浅薄な学生にとって，認識が改まった言葉であった．

３．おわりに

会社勤めの技術者・研究者方には社外へ出かけることもなく，交流範囲が非常に狭い方もかなり多いのではないだろうか．特に大学・研究所の先生，分野がやや異なる企業や競合企業や客先企業の方達との交流は皆無に近い方もいるのではないだろうか．筆者は本学会に参加することにより，多くの方達と交流することができた．単に見識が広くなるだけではなく，多くの意味があると思う．ということで，今後も本学会へ多くの方が参加し，より一層学会が盛り上がっていくことを祈念し本稿を締める．

参考文献（2000 年以降）

1） 木原：増圧の仕組みを組み込んだ高圧大容量比例リリーフ弁，油空圧技術，50 巻第 2 号, p.1-6（2011）
2） 木原：油圧教育（ハイドロリックスクール）について，油空圧技術，50 巻第 1 号, p.5-8（2011）
3） 木原：解説 2－油圧機器・システムの省エネ設計，機械設計，第 54 巻第 12 号, p.20-28（2010）
4） 木原：一般制御弁，油空圧技術，49 巻第 6 号, p6-13（2010）
5） 木原：油圧廻りの保全管理とトラブル対策，油空圧技術 49 巻第 6 号, p.1-5（2010）
6） 木原：比例弁 ，油空圧技術，48 巻第 11 号, p33-39（2009）
7） 技術の挑戦者編集委員会：技術の挑戦者 次代を担う技術者へ, 2009 年 5 月 30 発行,
8） 木原：弊社[東京計器]の油圧機器紹介による環境と安全への取り組み--機器メーカによる環境と安全への取り組み ，油空圧技術,48 巻第 1 号, p.25-30（2009）
9） 木原：産業機械への油圧システムの省エネルギー化適用例，油空圧技術，47 巻第 7 号, p.1-6（2008）
10）木原：油圧機器の構造と原理，機械設計,第 52 巻第 6 号, p.28-35（2008）
11）木原：製品と技術 油圧ポンプ(ベーン，ピストン)について，油空圧技術, 46 巻第 9 号, p.60-63（2007）
12）木原：ステッピングモータによる油圧制御弁駆動，油空圧技術， 46 巻第 3 号, p.20-28（2007）
13）木原:ディジタル弁制御システムとその適用例(3)各種機械への適用, 油空圧技術, 46 巻 1 号, p.44-49（2007）
14）木原：省エネルギー油圧電磁切換弁，フルードパワーシステム, Vol.37,No.3, p.173-177（2006）
15）木原：ディジタル弁制御システムとその適用例(2)基本的な負荷への適用回路，油空圧技術，45 巻第 13

号, p.32-37（2006）
16）木原：ディジタル弁制御システムとその適用例(1)ディジタル制御弁とは，油空圧技術，45 巻第 12 号, p.38-44（2006）
17）木原:省エネルギー対応の油圧電磁切換弁--そのコンセプトと効果, 油空圧技術, 45 巻第 12 号, p.1-6（2006）
18）木原：油圧制御弁(油圧バルブ)の発展とその最新動向--総論，油空圧技術 45 巻 10 号, p.27-32（2006）
19）木原：油圧機器・システムの安全対応，油空圧技術，45 巻第 2 号, p.20-25 （2006）
20）加藤邦昭，木原：油圧関連製品におけるグリーン調達の現状と課題--(株)トキメックにおける取り組み，油空圧技術，45 巻第 1 号, p.1-8（2006）
21）木原：見聞記 IFPEX2005 見聞記--油圧編，油空圧技術, 44 巻第 13, p.24-28（2005）
22）木原：電動駆動の制御弁，電磁弁，比例弁 ，油空圧技術, 44 巻第 5 号, p.46-50, （2005）
23）木原：コントローラを製作する--基礎からのチャレンジ，油空圧技術，44 巻第 5 号, p31-45（2005）
24）木原：比例弁の基本--比例弁とは何だろうから知る，油空圧技術, 44 巻第 5 号, p.18-30（2005）
25）木原:マグネシウム合金成形加工対応への油圧機器，フルードパワーシステム, Vol35,No1, p.37-40,（2004）
26）木原:大容量カートリッジサーボ弁とその関連機器 (特集:将来の油圧を支えるキーデバイス--油圧と電動の共存) 油空圧技術 43 巻第 12 号, p.11-16（2004）
27）木原：大流量-高応答対応への油圧機器--マグネシウム合金成形加工への対応，油空圧技術, 43 巻第 11 号 p.54-58（2004）
28）木原：大学に協力頂いた産学連携の実施例--ポンプ回転数制御システムの省エネルギー効果 (油空圧における産学連携)，油空圧技術, 42 巻第 11 号, p.39-41（2003）
29）木原：電磁弁，比例弁，その他制御弁--電磁弁，比例弁など制御弁の現状と課題，油空圧技術, 41 巻第 12 号, p.22-26,（2002）
30）木原：射出成形機 (特集 1 電気駆動と油空圧駆動を考える)，油空圧技術, 41 巻第 9 号, p.24-28（2002）
31）木原：スプール直動および位置追従形油圧サーボ弁油空圧技術, 40 巻第 8 号, p.13-17（2001）
32）渋谷文昭，木原：油圧機器・システムの安全に関する留意点，フルードパワーシステム，Vol.3,1No.7, p.570-574（2000）

著者紹介

木原（きはら）　和幸（かずゆき）　君
1950 年愛媛県宇和島市生まれ．1974 年神戸大学計測工学科卒，同年（株）東京計器入社．比例弁，サーボ弁，ピストンポンプ等の油圧機器とそれらを制御するコントロールシステムの開発に従事．油空圧技術開発 G 課長，パワーコントロール研究室長，油空圧技術部長などを務める．2010 年 12 月退社．2011 年 1 月（財）工業所有権協力センター入団．（社）日本フルードパワーシステム学会フェロー会員．
E-mail：k-kihara@sctv.jp

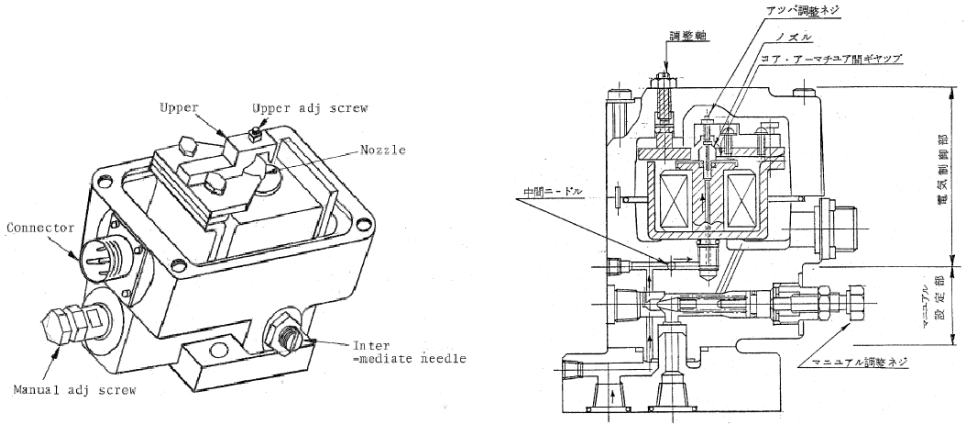

図１　最初に開発した比例弁